Manuel de Mise en œuvre de l'outil « Zonation » Cas du Paysage CAZ



Version 2.1 Mai 2018

Jean Clarck Neloni RABENANDRASANA

Harison RANDRIANASOLO

Jeannicq RANDRIANARISOA

Havana RANOASY

Table des matières

1.	INTRODUCTION	4
2.	METHODOLOGIE	4
3.	COLLECTE DE DONNEES ET PRE-TRAITEMENT SOUS ARCGIS ET QGIS	5
3.1.	IDENTIFICATION DE DONNEES NECESSAIRES	5
3.2.	CADRAGE TECHNIQUE	(
3.2.1.	ORGANISATION DE REPERTOIRE	•
3.2.2.	DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE :	8
<i>3.2.3.</i>	CHOIX DU SYSTEME DE PROJECTION :	10
3.2.4.	CHOIX DE LA RESOLUTION DE L'IMAGE A UTILISER :	10
4.	INTRODUCTION A L'OUTIL « ZONATION »	13
4.1.	PRISE EN MAIN	13
4.2.	INSTALLATION DU LOGICIEL	13
4.3.	PRESENTATION ET INTRODUCTION A LA MODELISATION DES COUCHES	12
4.3.1.	PRESENTATION GENERALE DE L'INTERFACE DE ZONATION	12
4.3.2.	LES DIFFERENTES ETAPES CLASSIQUES	13
5.	APPICATION SUR LE PAYSAGE CAZ SANS SCENARIO D'IMPACT	14
5.1.	PREPARATION DES DIFFERENTES COUCHES	15
5.1.1.	LES COUCHES DE BASE :	15
<i>5.1.2</i> .	LES COUCHES THEMATIQUES	16
5.2.	MISE EN ŒUVRE (SANS SCENARIOS D'IMPACT NI CONDITION)	20
5.3.	CONCLUSIONS PARTIELLES ET SUGGESTIONS	26
6.	ELABORATION DES SCENARIOS AVEC CONDITIONS	27
6.1.	PREPARATION DES COUCHES ET CONDITIONS	27
6.1.1.	COUCHE LOCALITE ET ROUTE	27
<i>6.1.2</i> .	COUCHE « MINES »	30
<i>6.1.3.</i>	COUCHE HYDRO	32
6.1.4.	COUCHE AGRICULTURE	32
<i>6.1.5.</i>	LES DIFFERENTES CONDITIONS	33
6.2.	MONTAGE DES SCENARIOS	36
<i>6.2.1</i> .	SITUATION ACTUELLE SANS ROUTE/PROJET	36
6.2.2.	SITUATION ACTUELLE ET ROUTE (BASE LINE ET ROUTE) :	39
<i>6.2.3</i> .	SITUATION ACTUELLE ET ROUTE	43

6.2.4.	SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) ET AUTOROUTE	44
6.2.5.	SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) ET MINES	45
6.2.6.	SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) AVEC TARISSEMENT (DANS LES COMMUNES)	46
6.3.	COMPARAISONS DIVERSES ET INTERPRETATIONS	48
6.3.1.	SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) (A G) ET MINES (A D)	49
6.3.2.	SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) (G) ET AUTOROUTE (D)	50
6.3.3.	SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) (G) ET TARISSEMENT (D)	51
7.	REMARQUES ET RECOMMANDATIONS TECHNIQUES	53
8.	CONCLUSION	55

1. INTRODUCTION

L'ABCG (African Biodiversity Collaborative Group) est un consortium de conservation, qui déploie leur effort en Afrique. Il contribue dans nombreux domaines. Parmi ses composantes, celle de l'« Aménagement du territoire » a pour objectif de développer des approches méthodologiques pour l'analyse de scénarios, et des directives pour son application en Afrique. Il s'agit d'aider à identifier comment intégrer conservation et alternatives équitables dans les décisions d'utilisation des terres. Pour mettre en œuvre ce défi, on a utilisé différent logiciel pour avoir de résultat palpable.

Le présent document est focalisé sur l'élaboration d'un manuel d'utilisation de logiciel (Zonation) et l'analyse de différents scenarios. Les principaux résultats attendus pour cette prestation sont :

- Fournir une échelle de priorisation de la conservation d'une zone selon la valeur de la biodiversité et savoir les différents impacts des pressions actuelles (dans le but d'aider à l'élaboration des schémas de planifications spatiales) ;
- Concevoir de manuel d'utilisation de logiciel de modélisation des couches ;

Il est évidement ambitieux de vouloir fournir de solution finale aux problèmes d'aménagement liés aux enjeux environnementaux, cependant, il permet de savoir les zones priorités aux fins de protections/conservations.

2. METHODOLOGIE

La méthodologie se repose sur la priorisation de la conservation selon l'importance de la biodiversité et ensuite sur la modélisation selon des scénarios d'impact pour le développement durable lié à cette conservation.

Il est d'emblée nécessaire avant tout de rassembler toutes données utiles et définir l'objectif ainsi que la zone.

A Madagascar, on a choisi l'AP CAZ comme centre d'intérêt de l'étude. La délimitation de la zone d'étude est basée sur deux critères : La limite du paysage CAZ et la limite de bassin versant. C'est la combinaison de ces deux critères qui nous donne la limite de la zone d'étude. On a utilisé trois types de logiciel dont l'ARCGIS, le QGIS et la Zonation. L'ARCGIS et le QGIS sont utilisés pour le prétraitement, l'analyse et la visualisation de résultat, cependant Zonation c'est pour l'analyse de priorisation des couches autrement dit la modélisation.

Les étapes méthodologiques suivies dans la modélisation des couches du présent rapport se déroulent de la manière suivante :

- La première étape consiste à bien définir l'objectif de l'étude et à planifier les différentes activités.
- La collecte de donnée : cette étape consiste à collecter les informations nécessaires pour l'étude. La présence ou l'absence de données joue un grand rôle à la fiabilité de résultat. Et aussi toutes les données doivent avoir de référence spatiale.
- Le prétraitement : c'est la préparation de données brutes pour être compatible à la spécificité de Zonation.

- Traitement : comme son nom l'indique, c'est l'analyse de différent scenario en utilisant les couches. C'est dans cette étape qu'on donne la pondération à chaque couche et procède à la priorisation de zone potentiel à conserver.
- Visualisation et analyse de résultat : C'est l'aperçu de résultat. On peut faire aussi des différentes analyses selon le besoin.

3. COLLECTE DE DONNEES ET PRE-TRAITEMENT SOUS ARCGIS ET QGIS

3.1. IDENTIFICATION DE DONNEES NECESSAIRES

Afin d'atteindre l'objectif de savoir la priorisation en matière de conservation de la biodiversité et procéder aux établissements de scenarios, le tableau ci-dessus montre les données pouvant être nécessaires pour la réalisation sous Zonation – Elles sont présentées d'une manière globale mais on verra plus tard lesquelles seront utiles pour de tel objectif.

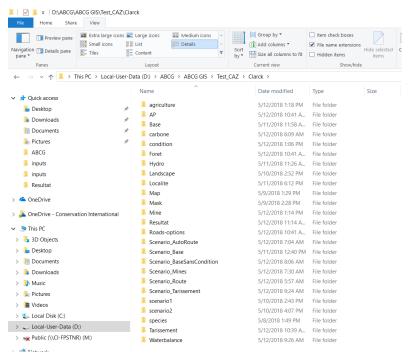
N°	Données	Contenu	Utilisation	Sources	Disponibilité
1	Localités	Les Chefs-Lieux de Communes, FKT, Villages	Pression, Agriculture, Foresterie,	FTM	Oui
2	Limites administratives	Limites des communes, des Régions	Délimitation de la zone d'étude	FTM	Oui
3	Routes	Routes principales et secondaires	Pression, Agriculture, Foresterie,	FTM	Oui
4	Hydrographie	Principaux réseaux hydrographies : Fleuves, Rivières et cours d'eau	Agriculture	FTM	Oui
5	Limite des bassins versants	Limite des BV	Délimitation de la zone d'étude	SRTM (earth explorer – NASA)	Oui
6	Limite de l'AP	Limite de l'AP	Délimitation de la zone d'étude	CI	Oui
7	Limite du Paysage	Limite du Paysage CAZ	Délimitation de la zone d'étude	CI	Oui
8	Couverture forestière et évolution	Couverture forestière année 2013 et déforestation 2005- 2010-2013	Biodiversité, Foresterie, pression	PERR-FH (Projet Eco-Regional REDD+ des Forets Humides)	Oui
9	Espèces faunistiques (menacés et en danger)	AkoholahialaSimponaBabakotoGodrokaTaitsoVarikandana	Biodiversité, pression	CI	Oui mais insuffisantes
10	Carbone	Tonnage de carbone par hectare	Biodiversité, pression	PERR-FH (Projet Eco-Regional REDD+ des Forets	Oui

				Humides)	
11	Bilan hydrique (water balance)	Bilan hydrique	Pression, agriculture	http://www1.poli cysupport.org/cgi- bin/ecoengine/sta rt.cgi	Oui
12	Forest Water balance	Bilan hydrique de la couverture forestière	Pression	http://www1.poli cysupport.org/cgi- bin/ecoengine/sta rt.cgi	Oui
13	Population	Densité	Pression, Agriculture		
14	Mine	Type et date d'exploitation	Pression Développement	BCMM	Insuffisante et à mettre à jour
15	Tourisme				
16	Infrastructure Ro utière	Trace du projet d'autoroute	Pression, Biodiversité, Développement	МТР	Non
17	Agriculture	Productivité agricole des terrains à (Fertilité du sol) (Suitability)	Agriculture	WEB (combination : pente, type de sol, climat,)	Oui

3.2. CADRAGE TECHNIQUE

3.2.1. ORGANISATION DE REPERTOIRE

Il faut que les données soient bien organisées selon les types et les thèmes dans un répertoire bien distinct. L'extrait suivant nous donne un aperçu de l'organisation des répertoires et des données.



Le tableau ci-dessus donne le contenu des chacune des couches.

N°	Répertoire	Contenu
01	Agriculture	- Zone potentielle en agriculture
02	AP	- Limite de l'aire protégée CAZ
03	Base	- Limite de la zone d'étude, Limite Admin,
05	Carbone	- Tonnage de carbone en ha
06	Condition	- Différente condition posée pour chaque scenario
07	Doc	- Document et rapport
08	Species	- Les espèces menacées au sein de l'AP CAZ
09	Foret	- Foret, non Foret et déforestation
10	Hydro	- Fleuve, cours d'eau et plan d'eau
11	Landscape	- Limite du paysage
12	Liste BDD	- Liste de BDD utilisé pour l'analyse
13	Localite	 Chef-lieu de village, FKT, Commune, District et Région Zone tampon de la localité
14	Mine	Carrés miniersMine illicite
15	Route Roads-options	Voie de communicationProjet autoroute (exemple)
16	Waterbalance	Bilan hydrique de la zone d'étude (Waterbalance)Bilan hydrique foret (Waterbalanceforet)
17	Tarissement	- Données sur le tarissement dans les Communes identifiées

Remarque:

Pour le projet autoroute, on a effectué de démarche pour avoir le tracé exact de l'autoroute au sein du Ministère auprès de la Présidence chargé des Projets Présidentiels et de l'Aménagement des Territoires (M2PATE) d'abord et ensuite auprès du Ministère des Travaux Publics (MTP). Mais on n'a pas obtenu car le tracé n'est pas encore officiel. Cependant, pour avoir l'idée de l'ampleur sur la biodiversité et aussi leur apport au développement, on a essayé de sortir de modèle de tracé fictif pour effectuer de l'analyse de scénario.

Plusieurs données sont aussi disponibles mais elles n'ont pas de référence spatiale ou elles sont à très faible résolution (très simplifiée/précision insuffisante) comme :

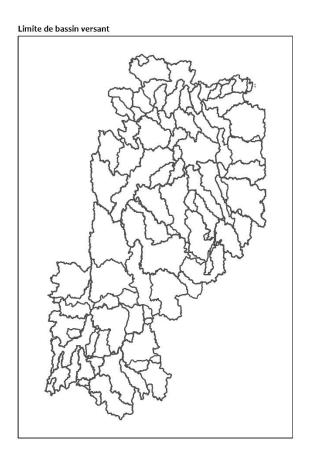
- La production annuelle sur l'agriculture au niveau District;
- Barrage hydroélectrique ;
- Site écotouristique.

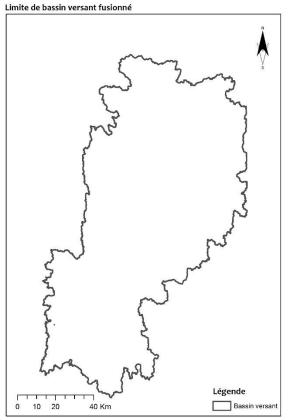
3.2.2. DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE :

La limite du paysage a été obtenue à partir des limites des communes touchées par l'AP. Pour avoir une cohérence territoriale dans le domaine agricole et vis-à-vis de l'objectif de l'étude, la considération des limites des BV a été tenue compte et priorisée par rapport à la limite du paysage.

Les limites des BV concernés ont été combinées avec la limite de paysage pour avoir la limite de l'étude.

« Deux cartes cote à cote montrant à gauche les BV concernés et à droite le BV fusionné qui sera la limite de l'étude »



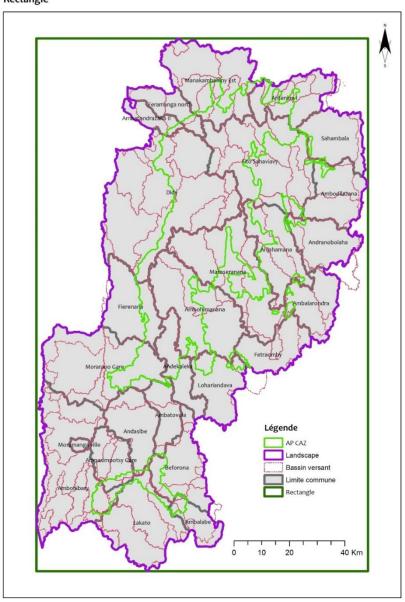


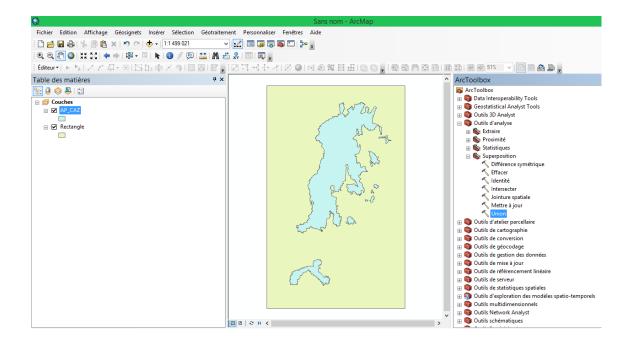
Ainsi, pour faciliter les prétraitements et l'analyse, on a créé un rectangle de référence englobant la zone d'étude (masque), afin d'avoir les mêmes limites pour toutes les couches, vecteur et raster. Un rectangle a été créé à partir de la limite de l'étude et dont les extremums correspondent à ceux de la limite d'étude (rectangle.shp)

« Valeur des extremums »

Haut =YMax	8050562.62874
Gauche=XMin	192155.156239
Droite=Xmax	312155.156239
Bas=Ymin	7857562.62874

Rectangle





3.2.3. CHOIX DU SYSTEME DE PROJECTION:

On a choisi le système UTM-39S car la plupart des données utilisées sont sous ce système. Etant donné que l'unité de ce système est en mètre, cela facilite les calculs pendant l'analyse. De plus, la zone d'étude est incluse dans l'emprise de l'UTM- 39 S.

NB: il faudra toujours utiliser des données projetées

3.2.4. CHOIX DE LA RESOLUTION DE L'IMAGE A UTILISER :

En raison de la taille de la zone d'étude 120km x 193km et notamment de la résolution de certaines données de sources (Allant de 30mx30m à 930mx930m), on a opté à une résolution optimum de 100 m.

4. INTRODUCTION A L'OUTIL « ZONATION »

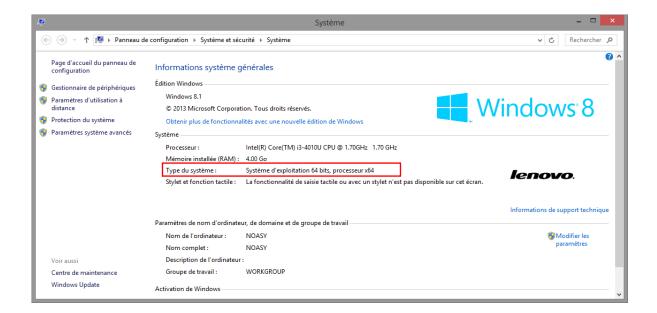
4.1. PRISE EN MAIN

Zonation est un logiciel de planification de la conservation et a pour but de classer les zones étudiées en fonction de leur importance respective pour le maintien de la biodiversité. C'est un logiciel libre crée par le « Department of Biosciences University of Helsinki, Finland ». La première version est lancée en 2002.

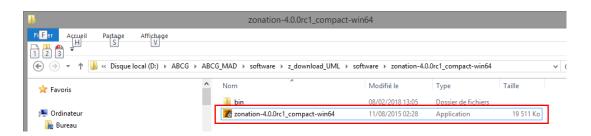
Au cours de cette étude, c'est la version 4.0 de Zonation (2014) qui a été utilisée. Le logiciel est téléchargeable dans le site officiel de Zonation en suivant le lien http://cbig.it.helsinki.fi/(Zonation – Spatial land use planning))

4.2. INSTALLATION DU LOGICIEL

 Aller au poste de travail ou ordinateur / clic droite/ propriété / Accéder dans l'information système générale de l'ordinateur et vérifier le type de système (32 bit ou 64 bit).

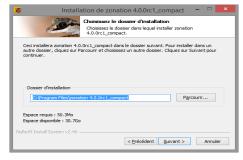


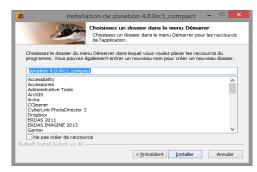
- ii. Aller au dossier software /Choisir le logiciel y affère au type du système (ici c'est 64 bit)
- iii. Lancer l'application "zonation-4.0.0rc1_compact-win64.exe"

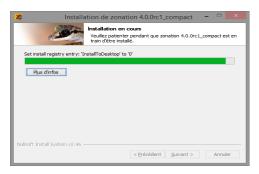


iv. Doublecliquer sur "zonation-4.0.0rc1_compact-win64.exe" / suivant /suivant / choisir "Add zonation to the system PATH current user" /suivant / suivant / installer / Fermer.







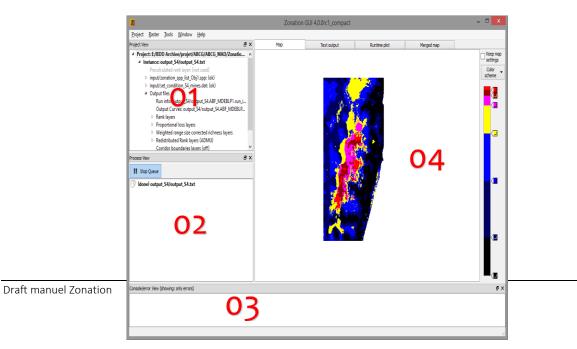


12

4.3. PRESENTATION ET INTRODUCTION A LA MODELISATION DES COUCHES

Ce chapitre est consacré sur la manipulation du logiciel Zonation. On y trouve les différentes étapes et démarche à suivre. On prend comme exemple la priorisation selon l'importance de la biodiversité dans la zone d'étude.

4.3.1. PRESENTATION GENERALE DE L'INTERFACE DE ZONATION



Légende :

- 01 : Projet
- 02 : Statut de l'analyse de projet
- 03 : Message d'erreur
- 04 : visualisation de résultat

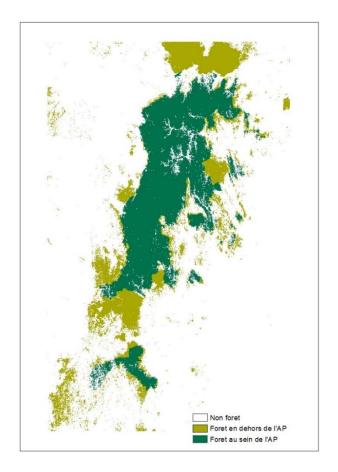
4.3.2. LES DIFFERENTES ETAPES CLASSIQUES

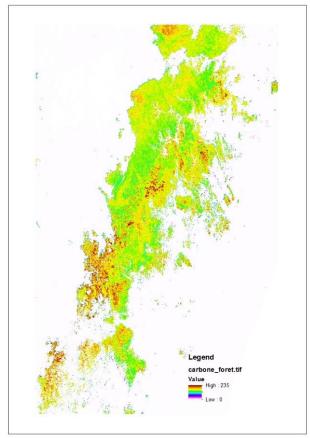
- Création du projet :
 - Double clic sur l'icône Zonation
 - Cliquer sur "Project "
 - Choisir "project maker"
 - Changer le "project name " selon votre choix
 - Ajouter les fichiers raster en cliquant le bouton "add feature map (s) ". Le fichier raster doit avoir l'extension .tif, c'est le seul la seule extension que Zonation tient en compte.
 - Après l'ajout de différente couche raster, il faut insérer les paramètres suivants sur les onglets citer ci-dessus :
 - ✓ Analysis area mask : c'est la limite de la zone à analyser
 - ✓ Warp factor : poser la valeur 0.001
 - ✓ Hierarchical removal mask : c'est la limite de la zone d'étude dite prioritaire de conservation.
- Enfin, cliquer sur le bouton " save and run " et aller au répertoire pour le projet

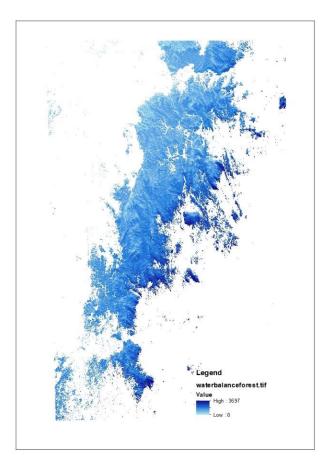
5. APPICATION SUR LE PAYSAGE CAZ SANS SCENARIO D'IMPACT

Le premier centre d'intérêt de ce projet est l'écosystème forestier. En effet, la forêt humide de cette zone est considérée comme réservoir d'espèce floristique et faunique, endémique et en danger critique. Identifiée aussi comme une clé de la biodiversité de la zone où l'on peut se disposer d'importants services écosystémiques.

La plupart de la forêt sont inclue dans l'Aire Protégée et certaine en dehors.







La forêt renferme un important service écosystémique dont la production en eau (réservoir d'eau des régions environnantes) et régulation de climat

La Réalisation sous Zonation

Cet outil permet d'explorer de multiples objectives et valeurs lors d'une planification. Dans ce projet, le premier objectif est d'avoir de carte de zone de déviation ou d'évitement préférable au sein d'une zone forestière quand un développement territorial a été planifié. Pour la route par exemple, il est ainsi préférable d'éviter la forêt sinon utiliser la carte de déviation qui devrait montrer :

- Les plus importance couverture forestière,
- Les plus importantes zones de concentration d'espèces,
- Les valeurs les plus élevés de tonnage en carbone à l'hectare,
- Les plus importantes productions ou valeur en eau (water balance)

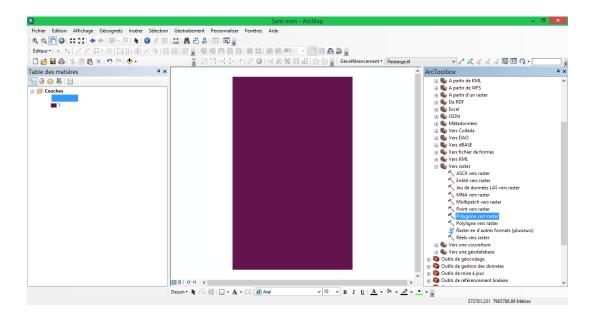
5.1. PREPARATION DES DIFFERENTES COUCHES

5.1.1. LES COUCHES DE BASE :

• Rectangle

Elle s'obtient en rastérisant la couche *rectangle.shp*. On affecte la valeur 01 l'attribut de la couche vecteur rectangle et on procède la rastérisation sous arc gis. (*rectangle.tif*)

Procédure: Arctoolbox> conversion>vers raster>Polygone vers raster



• La couche AP

Union des deux couches : rectangle.shp et AP.shp, avec attribut respectif : rectangle égal à 0 et AP à 1. Et puis, rastériser la couche en sorti sous le nom "AP.tif".

Procédure : Arctoolbox>outils d'analyse>superposition>Union

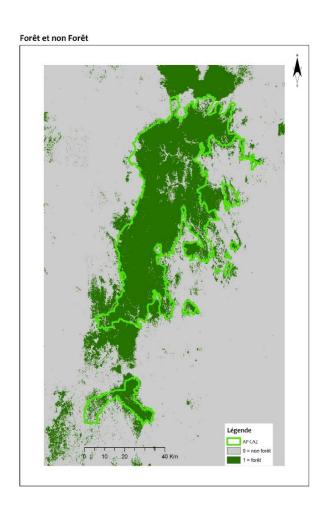
• <u>La couche Paysage (Landscape)</u>

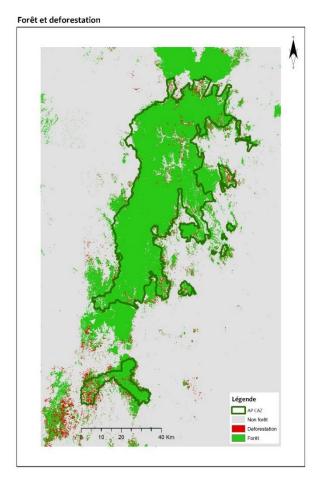
Elle est obtenue par la rastérisation de la couche Shapefile du paysage. (Landscapevf.tif)

5.1.2. LES COUCHES THEMATIQUES

• <u>Forêt</u>

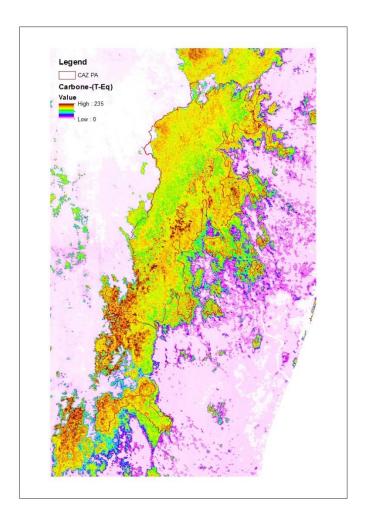
La couche forêt est un extrait de l'analyse de déforestation en 2013 dans le cadre du PERR - FH en 2015. Dans cette couche, on a la forêt et la déforestation.





• Couche carbone

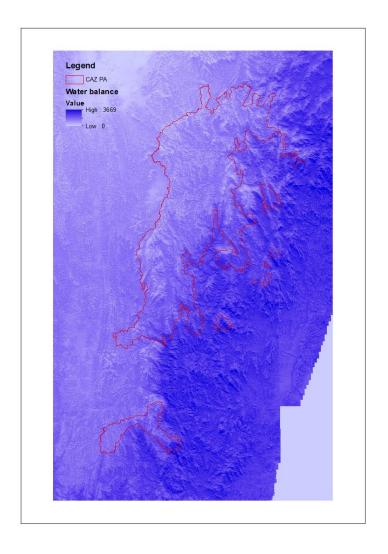
La couche carbone indique le tonnage équivalent de carbone par hectare dans la forêt et en dehors



• Couche global water balance et Forest water balance

La couche waterbalance.tif évoque les données sur le « water balance ». Le water balance est établi pour un lieu et une période donnée par comparaison entre les apports et les pertes en eau dans ce lieu et pour cette période. Les apports en eau sont effectués par les précipitations. Les pertes sont essentiellement dues à la combinaison de l'évaporation et la transpiration des plantes, que l'on désigne sous le terme d'évapotranspiration.

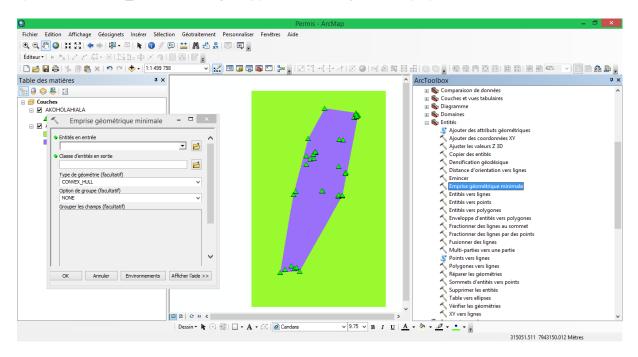
http://www1.policysupport.org/cgi-bin/ecoengine/start.cgi

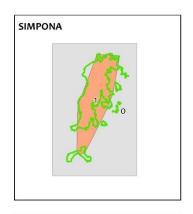


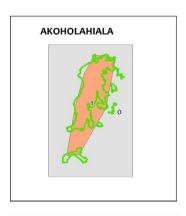
• Couche espèces (species)

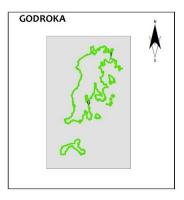
Pour cette couche, on a six espèces cibles dont Akoholahiala (*Crested Ibis*), Babakoto (*Indri*), Godroka (*Bamboo lemur*), Simpona (*Sifaka*) Taitso (*Coua*) et Varikandana (*Variegated lémur*). Les données sont les résultats de la patrouille communautaire (SEP) entre 2014 et 2015. Comme ces données sont sous forme de point, on a converti le point en entité polygone. Ensuite, On combine le polygone en sorti en attribuant la valeur 01 avec le rectangle (valeur = 0) et puis on le rastérise en choisissant 100 la valeur de pixel.

Procédure : Arctoolbox / Outil de gestion de données / Entités / Emprise géométrique minimale (choisir CONVEX_HULL sur l'onglet type de donnée géométrique).



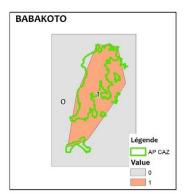












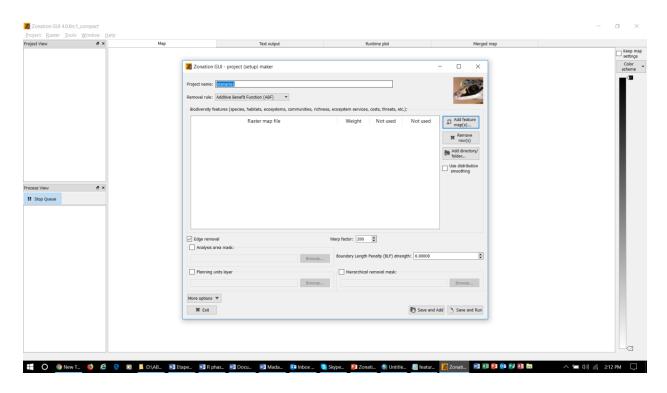
5.2. MISE EN ŒUVRE (SANS SCENARIOS D'IMPACT NI CONDITION)

On souhaiterait d'abord comparer les deux options suivantes :

- Options 1 : Foret/Carbone/Water balance
- Options 2 : Foret/Carbone/Espèce/Water balance

a) Options 1 : Elaboration échelle de priorisation selon les couches Foret/Carbone/Water balance

Lancer Zonation> Ouvrir « Project » > Choisir « Project Maker »
Puis taper sur « Project Name » le nom à donner au projet (ici scenario1)



Pour choisir l'emplacement, cliquer sur « *Add directory/Folder...* » et choisir le répertoire Il faudra maintenant insérer les couches dont on a besoin pour ce scenario : *Foret, Carbone, Waterbalanceforest*

Vérifier les couches à analyser dans

....\scenario1\inputs\features_list.spp

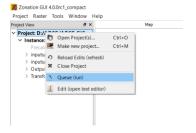


Définir la zone à l'intérieur de laquelle l'analyse va se faire :

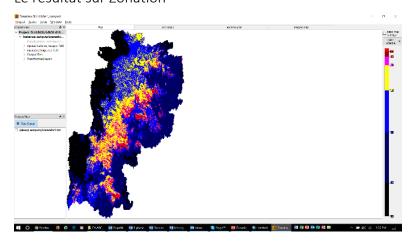
- > Ouvrir les paramètres en l'ouvrant sous notepad
-\scenario1\inputs
- > Puis mentionner le fichier de masque sous **notepad** (exemple ici *Landscape*) de la manière suivante :



Maintenant, il faudra lancer le traitement,



Le résultat sur Zonation



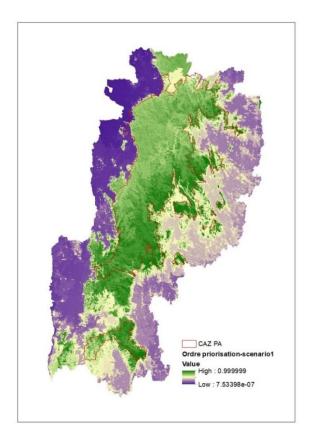
La valeur au top de la légende correspond à la plus haute importance valeur de conservation (Foret/Carbone/Waterbalance) et cette valeur diminue en descendant vers le bas.

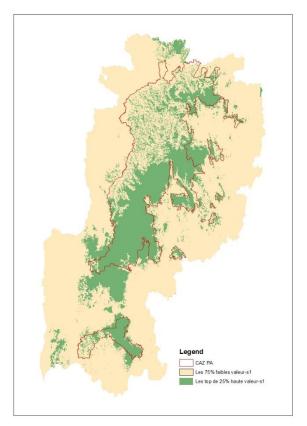
Pour avoir ce résultat sous SIG (en tif raster), il faudra aller dans le répertoire des résultats créé automatiquement :

D:\ABCG\ABCG GIS\Test CAZ\Clarck\scenario1\outputs

Et charger le fichier (reclassifier pour rendre évidence l'ordre de priorisation ou valeur de la biodiversité)

Pour avoir les informations des premiers 25% à haute valeur en biodiversité (et en termes de priorisation), Il suffit de reclasser sous *arcmap* (ou tout logiciel permettant de classifier les couches raster)

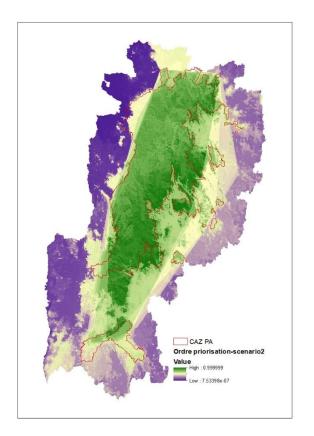


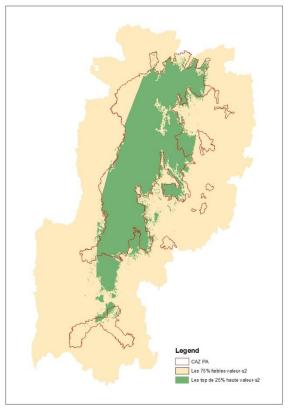


b) Scenario 2 : Elaboration de l'échelle de priorisation selon les couches Foret/Carbone/Espèce/Water balance

On refait les mêmes manipulations mais avec les couches : Carbone, Foret, Water balance et les Six espèces.

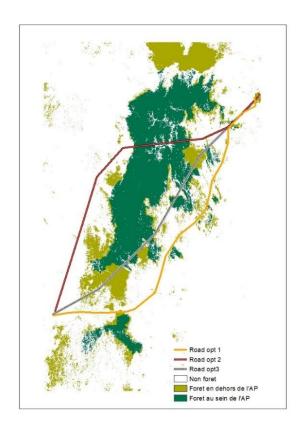
Pour avoir les informations des premiers 25% à haute valeur en biodiversité (et en termes de priorisation), Il suffit de reclasser sous *arcmap* (ou tout logiciel permettant de classifier les couches raster)





Les 1er 25% prioritaires a la conservation (Top 25% highest ranking of prioritization)					
AP CAZ / Value MEAN SUM					
Option1					
(Foret/Carbone/Wb)	1.599	589934			
Option2					
(Foret/Especes/Carbone/Wb)	1.743	643077			

Estimation des impacts des routes : Trois options de route sont prises comme exemples



En faisant une prédiction de l'impact des trois options de routes suivantes, ainsi que l'exploitation minière et les localités, on aura les valeurs suivantes :

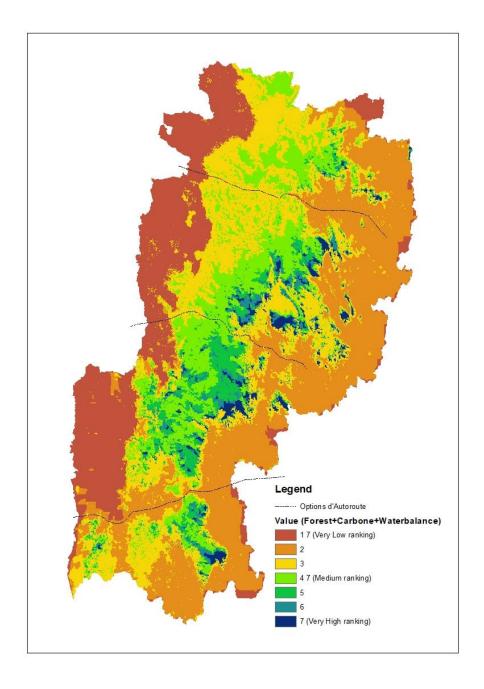
	IMPACT					
	Forest (ha) Spatial analys tools>Zonal>Tabulate Area	Protected forest (ha) Spatial analys tools>Zonal>Tabulate Area	Carbon stock (sum) Spatial analys tools>Zonal>zonal stat as table	Water yield (sum) Spatial analys tools>Zonal>zonal stat as table	High priority ranked (ha) Spatial analys tools>Zonal>Tabulate Area	
Road option1	3245	319	1,350,193	7,033,798	Top 25% : 599 Bottom 75% : 35,635	
Road option 2	1354	5457	1,207,763	10,164,916	Top 25% : 5,831 Bottom 75% : 25,902	
Road option 3	<u>9321</u>	<u>7281</u>	<u>2,859,077</u>	<u>30,416,778</u>	<u>Top 25% : 13,239</u> Bottom 75% : 20,342	
Mines (permis d'exploitation)	12,877	0	1,716,540	20,041,719	Top 25% : 2903 ha Bottom 75 % : 37322 ha	
Localités (buffer 1km)	6.9	6,652	1,966,660	32,466,512	Top 25% : 8,386 ha Bottom 75% : 280,863 ha	

• Carte de déviation (avoidance maps)

Avec Zonation, comme il est possible d'échelonner l'importance de la biodiversité (ou établir un ordre de priorisation), on pourrait alors analyser les options d'autoroute à partir de la consultation d'abord la carte de déviation.

Le futur tracé se fait en évitant les hautes valeurs en biodiversité.

Mais, il faudra aussi étudier le cout et donc penser au rapport coût et conservation.



5.3. CONCLUSIONS PARTIELLES ET SUGGESTIONS

A travers cet exercice, on a pu élaborer une échelle de priorisation spatiale en matière de conservation de la biodiversité (qu'on peut encore améliorer si données consistantes).

On a pu ainsi esquisser d'options d'autoroute en tenant compte le rapport cout d'infrastructure et conservation de la biodiversité.

En outre, toute future infrastructure ou initiative de développement voire aménagement pourrait servir de cette carte de déviation pour éviter sinon minimiser leur impact sur la biodiversité.

Toutefois, force est de constater que pour améliorer le résultat, des données à jour et complètes seront utiles.

6. ELABORATION DES SCENARIOS AVEC CONDITIONS

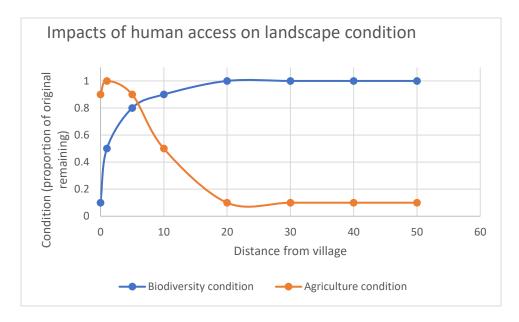
Dans la réalité, il y a de la présence humaine et ses impacts, ainsi, dans ce qui suit, on essayera de poser des hypothèses aux différents scenarios comme par exemple : la présence des routes, des villages, les terres agricoles (opportunités), les exploitations minières, les tarissements constatés au niveau des Communes, ...

6.1. PREPARATION DES COUCHES ET CONDITIONS

6.1.1. COUCHE LOCALITE ET ROUTE

• Pour la localité

En utilisant la méthodologie de la « zone d'effet d'infrastructure », la distance en éloignant les villages a pour impacts croissant sur la condition de biodiversité, le carbone et l'eau, mais décroissant pour l'agriculture (*Tulloch et al. 2014*). Selon la figure suivante



On a créé deux champs pour la couche tampon dont :

- Le 1^{er} : la distance en km du tampon (par rapport à la localité)
- Le 2nd : Valeur de la pondération attribuée à chaque distance

N°	La distance en km <mark>du tampon</mark>	Valeur de la pondération pour la condition biodiversité	Signification vis-à- vis de la biodiversité	Valeur de la pondération pour la condition agriculture	Signification vis-à-vis de l'agriculture
1	0 – 1 km	0.5	Impact assez élevé	1	Bonne
2	1 – 5 km	0.8	Impact moyenne	0.9	Assez bonne
3	5 – 10 km	0.9	Impact faible	0.5	Moyennement bonne
4	10 – 20 km	1	Peu ou sans impact	0.1	Mauvaise
		Plus on s'éloigne du		Plus on s'éloigne	

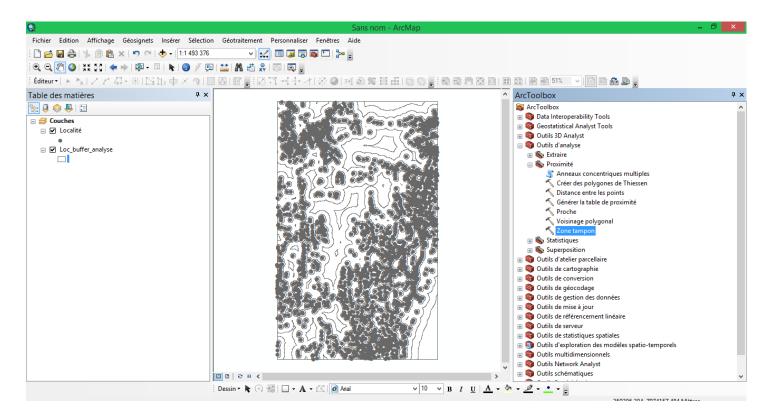
village, moins il y a	du village, plu	s la
de l'impact sur la	condition	sur
biodiversité (La	l'agriculture	est
valeur de la	mauvaise	
pondération ou de	(transport	des
l'impact est	matériels,	
proportionnelle à la	intrants,	
distance du village)	production,)	

- Création séparément de tampon de 1km, 5km, 10km et 20km;

Procédure:

Arctoolbox>outils d'analyse>proximité > Zone tampon Arctoolbox>Analysis Tools>proximity > Buffer

- Et mettre à jour le *rectangle.shp* selon par rapport à ces tampons
- Et rastériser la couche résultante : Loc buffer analyse.tif

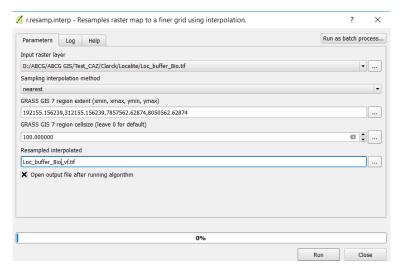


On a deux couches à partir de ce tableau a :

- Couche pour la biodiversité (Loc buffer bio.tif)
- Couche pour l'agriculture (Loc buffer agri.tif)

Pour avoir les mêmes caractéristiques d'images, en nombre de ligne et colonne pour que le traitement puisse se faire sous Zonation, il faudra ajuster

- Par exemple sur QGIS:
- Ouvrir le panel *Tools box*, chercher la fonction sur
- grass>raster>resamp.interp-Resamples raster map to a finer grid using interpolation



Mais avant de remplir les cases, il faut d'abord les chercher sous Arcmap (voir propriété de la couche), les copier et ensuite les coller, en gardant la résolution de 100m.

192155.156239,312155.156239,7857562.62874,8050562.62874

Les deux couches finales seront :

- Couche pour la biodiversité (Loc buffer bio vf.tif)
- Couche pour l'agriculture (Loc_buffer_agri_vf.tif)

• Pour la route

On effectue les mêmes démarches, sauf la valeur de la pondération selon le tableau qui suit

N°	La valeur en mètre de la	Valeur de la	Signification vis-à-	Valeur de la	Signification vis-à-vis de
	distance du tampon	pondération pour la	vis de la	pondération pour	l'agriculture
		condition	biodiversité	la condition	
		biodiversité		agriculture	
1	0 – 1 km	0.5	Impact assez élevé	1	Très bonne
2	1 – 5 km	0.8	Impact moyenne	0.9	Bonne
3	5 – 10 km	0.9	Impact faible	0.5	Moyennement bonne
4	10 – 20 km	1	Peu ou sans	0.1	Mauvaises
			impact		
		Plus on s'éloigne de		Plus on s'éloigne	
		la route, moins il y a		de la route, plus la	
		de l'impact sur la		condition sur	
		biodiversité (La		l'agriculture est	
		valeur de la		mauvaise	
		pondération ou de		(transport des	

	l'impact est	matériels, intrants,	
	proportionnelle à la	production,)	
	distance de la route)		

On a deux couches à partir de ce tableau a :

- Couche pour la biodiversité (route bio.tif)
- Couche pour l'agriculture (route_agri.tif)

Pour avoir les mêmes caractéristiques d'images, en nombre de ligne et colonne pour que le traitement puisse se faire sous Zonation, il faudra ajuster

Par exemple sur QGIS:

Ouvrir le panel Tools box, chercher la fonction sur

grass>raster>resamp.interp-Resamples raster map to a finer grid using interpolation

Memes demarches

Après, on aura : route_bio_vf.tif et route_agri_vf.tif

6.1.2. COUCHE « MINES »

On a utilisé deux types de données :

- Premièrement, les données concernant les mines illicites dans les Communes. Ces données ont été collectées durant l'atelier du mois d'août 2017 à Tamatave dans le cadre du projet ABCG. Elle indique la commune qui est victime de cette pression.

Signification des valeurs pour les mines illicites :

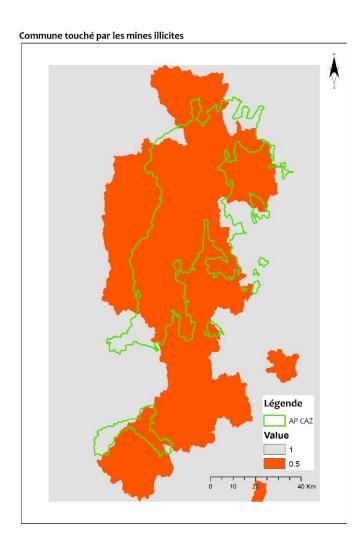
Valeur 01 : la zone en dehors de l'exploitation minière

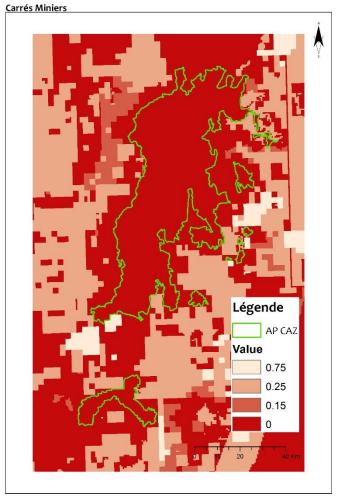
Valeur 0.5 : L'exploitation de mine illicite réduit de 50 % la qualité de la biodiversité et l'agriculture (pollution de l'air et de l'eau) (Hypothèse)

- Deuxièmement, les carrés miniers existants au sein de la zone d'étude. On a classé par rapport au type de permis c'est-à-dire, selon le degré de leur impact sur la biodiversité et l'agriculture.

Туре	Valeur	Signification
AERP (Autorisations Exclusives de Réservation de Périmètre)	0.85	Impact minime sur la biodiversité et l'agriculture (x 0.15)
PRE (Permis de recherche et d'exploitation)	0.75	Impact moyenne sur la biodiversité et l'agriculture (x 0.25)
R (Permis de recherche)	0.75	Impact moyenne sur la biodiversité et l'agriculture (x 0.25)
E (Permis d'exploitation)	0.25	Beaucoup d'Impact sur la biodiversité et l'agriculture (x 0.75)
En dehors	0	Pas de changement ni d'impact (x 1)

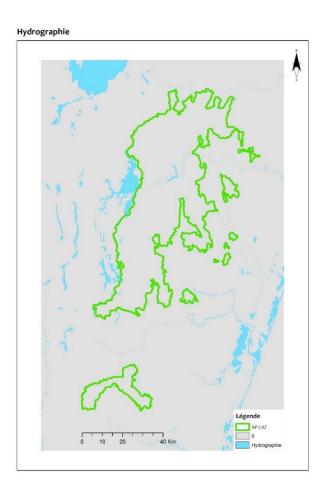
(NB :Hypothèse)





6.1.3. COUCHE HYDRO

La couche hydro (hydro.tif) est la combinaison des fleuves et lacs autour de la zone d'étude.



6.1.4. COUCHE AGRICULTURE

La première couche agriculture (*Agriculture_suitabilite.tif*) représente la zone favorable à ce secteur. Cette couche est le résultat d'une simulation des différentes données comme : la pente, le type de sol, le climat. Les valeurs supérieures correspondent aux zones favorables et inversement.

La deuxième couche (*Zone_agricole.tif*) correspond à toute zone cultivable, en dehors de forêts et de zone humide. C'est-à-dire, foret et plan d'eau attribue a la valeur 0 tandis que les autres (cultivale) a la valeur 1.

Agriculture suitabilité

Légende

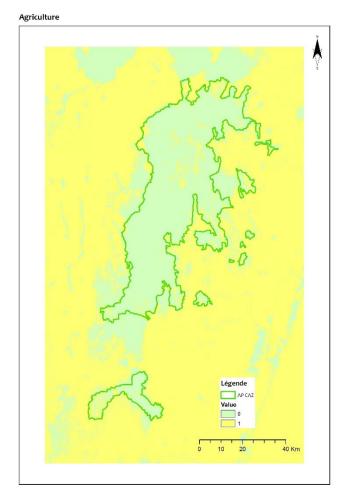
APCAZ

Agriculture_suitabilite.tif

Valeur

Elevés: 74

Faible: 6



6.1.5. LES DIFFERENTES CONDITIONS

Pour « Zonation », la condition est une hypothèse posée à chaque couche qu'on apportera de valeur de pondération selon la priorité considérée. La pondération est similaire à celle des routes.

La mise en place d'une autoroute jour deux principaux rôles :

- Elle défavorise la condition sur biodiversité;
- Elle favorise l'activité agricole ;

D'où les pondérations suivantes

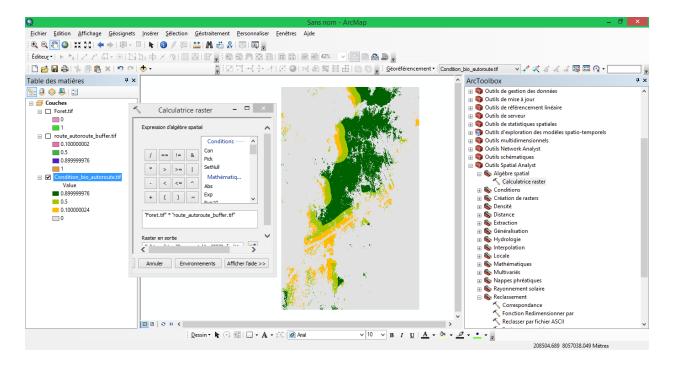
• Condition pour la mise en place de l'autoroute :

Les conditions suivantes de biodiversité dont principalement la forêt :

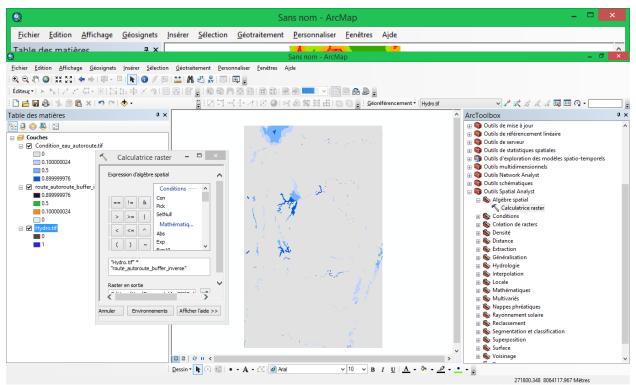
- Condition biodiversité par rapport à l'autoroute (Condition bio autoroute.tif) :

route_autoroute_buffer.tif* Foret.tif. Il est à noter qu'on doit inverser la valeur de la couche route_autoroute_buffer.tif c'est-à-dire "1 – couche ".

Procédure: Arctoolbox / Outil spatial analyst / Algebre spatial /



- Condition agriculture par apport à l'autoroute (Condition_agri_autoroute.tif) : La valeur varie de 01 à 0.1, c'est-à-dire diminution de la condition en s'éloignant la route. Si l'agriculture est proche de la route, elle est favorable.



- Condition eau par apport à l'autoroute (Condition_eau_autoroute.tif) : c'est la combinaison d'hydrographie et l'autoroute Hydro.tif*route autoroute buffer.tif.

On utilise la valeur inverse pour la couche "route autoroute buffer.tif c'est-à-dire "1- couche".

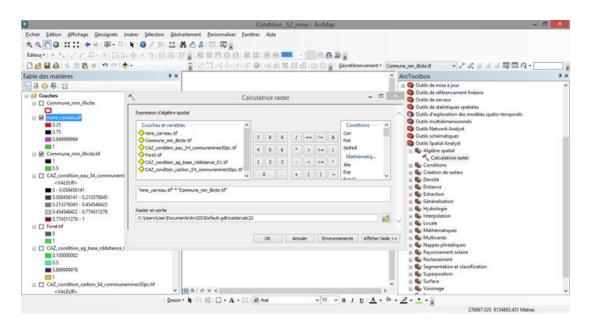
• Pour les mines :

Pour la mine, on a utilisé 04 conditions :

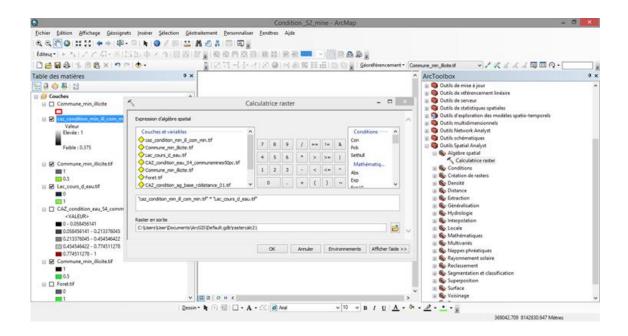
- Commune mine illicite et carreau minier (com mine illicite carreau.tif):

Commune mine illicite*carreau minier

Procédure: Arctoolbox /Outil spatial analyst / Algebre spatial /



com mine illicite carreau.tif * hydro.tif



- Condition agriculture par apport à la route (Condition_agri_rdsdistance.tif)
- Condition biodivesité par apport au mine (Condition bio mine.tif):

com_mine_illicite_carreau.tif * foret.tif

6.2. MONTAGE DES SCENARIOS

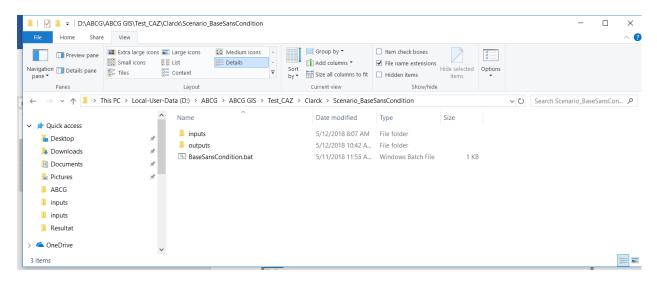
6.2.1. SITUATION ACTUELLE SANS ROUTE/PROJET

C'est l'ensemble de la biodiversité dont :

- La foret ;
- Les espèces ;
- Le carbone ;
- Le water balance ; Sans les éléments suivants : Routes, villages/localités, Autoroutes, mines, tarissement, ...)

Procédures :

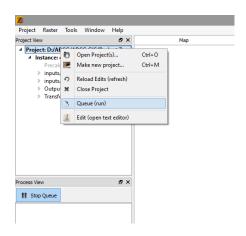
- Ouvrir Zonation
- Créer le projet « BaseSansCondition »
- Insérer les couches

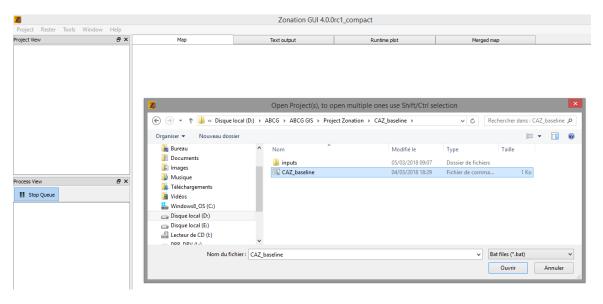


- Et Vérifier les paramètres avant de lancer

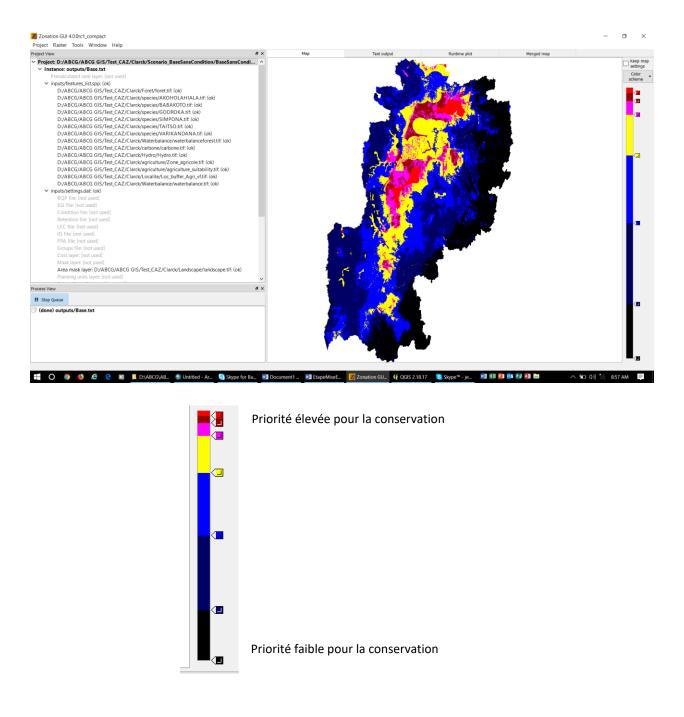
Les répertoires inputs et outputs seront créer automatiquement :

- « inputs » contient les paramètres a vérifier
- « output » contient les résultats
- Clic droite sur le « projet et choisir « Queue » pour lancer le traitement









Interprétation :

Dans toutes les cartes sorties sous Zonation de ce qui suit, au top de la légende, le rouge représente la zone la plus importante valeur en biodiversité. La dégradation de couleur rouge vers le noir foncé signifie que la valeur diminue en termes de priorité de conservation. Chaque pixel de raster en sorti est attribué de valeur entre 01 à 00, la valeur correspond le degré de priorisation de conservation (décroissant). Pour l'agriculture, c'est le sens inverse à la biodiversité, la potentialité agricole perd sa valeur en noir foncé vers le rouge. (Voir légende).

6.2.2. SITUATION ACTUELLE ET ROUTE (BASE LINE ET ROUTE):

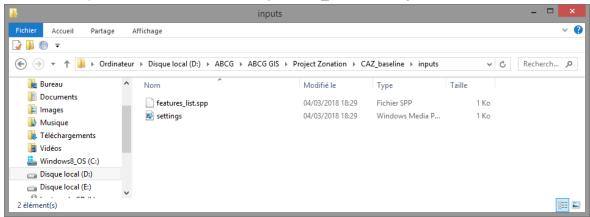
C'est la situation sans projet du cas qui précède mais avec de conditions sur la route dont les étapes qui suivent :

- Créer le projet
- Insérer les différentes couches

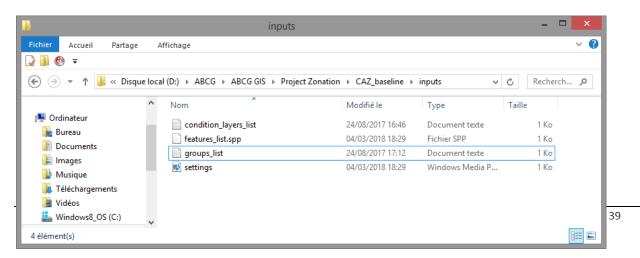
Cond deforest rds.tif, Hydro.tif, Route agri vf.tif

Répertoire/Nom	Contenu	Source
/condition/Cond_deforest_rds.tif	Condition de route appliquée à la couverture forestière	Foret X route_bio
/Hydro/Hydro.tif	Plan d'eau	Image traite et/ou FTM
/Roads-options/Route_agri_vf.tif	Condition de route appliquée l'agriculture	Zone_agricole X route_agri

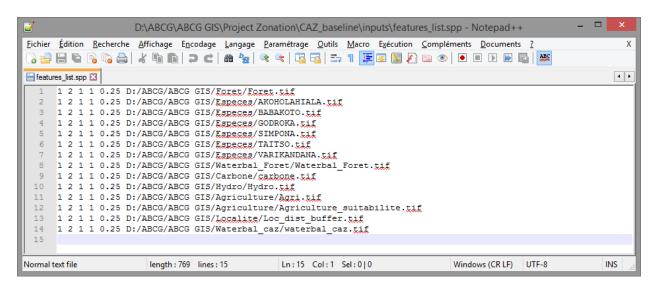
Le dossier inputs contient deux fichiers : features_list et settings

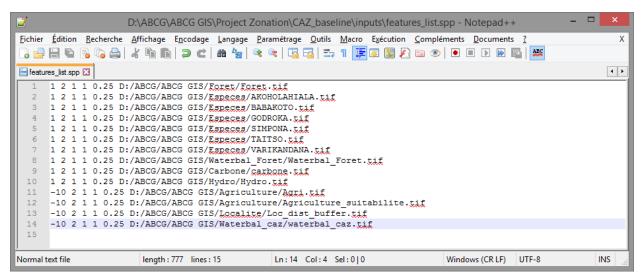


En plus les deux fichiers citer ci-dessus, il faut créer aussi deux autres fichiers qui porteront les conditions et le liste de groupe (condition_layers_list.txt et groups_list.txt.)

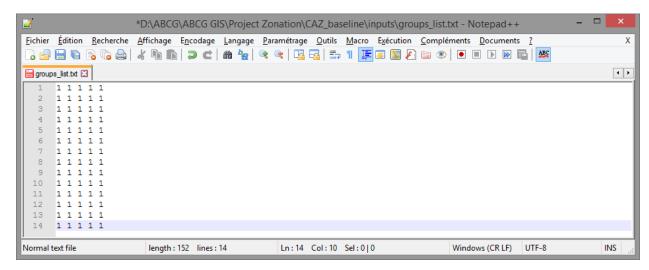


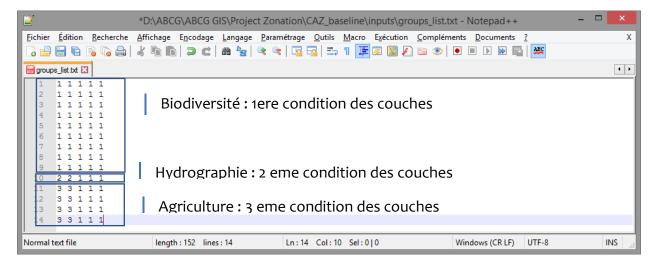
- Vérification de "features list.pp" et changer le poids sous Notepad++ :



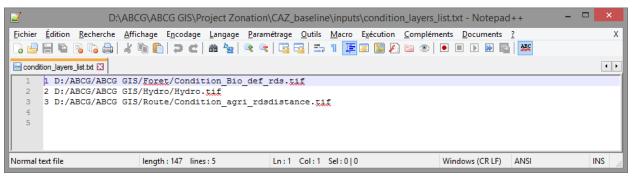


Vérification de "groups list.txt" et changer de poids sous Notepad++





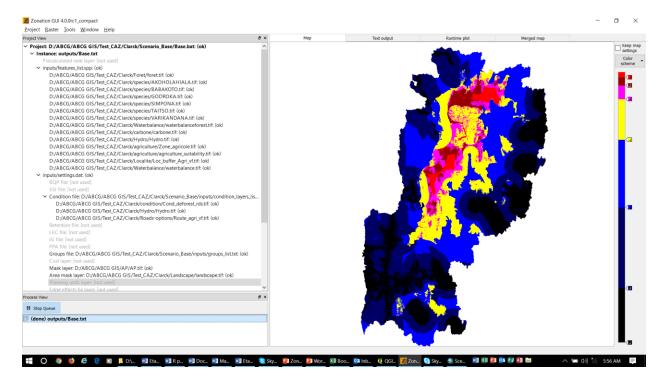
- Vérification de " condition_layers_list "

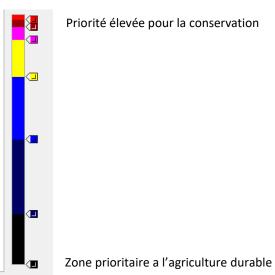


Vérifier le fichier " settings"

```
_ _
                           <u>Fichier Édition Recherche Affichage Encodage Langage Paramétrage Qutils Macro Exécution Compléments Documents ?</u>
] 😅 🖶 🖺 😘 🖟 🛦 | 🖒 🛍 | 🖒 🛍 🖒 | 🕽 🖒 | 📾 💆 | 🤏 降 | 🖎 📵 💆 🚍 📆 1 📜 🐷 🔊 🗗 🕳 🔊 🕩 🗉 🕩 🖼
🗎 settings.dat 🗵
                                                                                                                      4 >
     [Settings]
     removal rule = 2
     warp factor = 200
     edge removal = 1
     BI.P = 0.001
     mask missing areas = 1
     area mask file = D:/ABCG/ABCG GIS/Base carto/Rectange.tif
     use condition layer = 1
 12
13
     condition file = inputs/condition_layers_list.txt
 16
     groups file = D:/ABCG/ABCG GIS/Project Zonation/CAZ_baseline/inputs/groups_list.txt
 18
     use mask = 1
mask file = D:/ABCG/ABCG GIS/AP/AP.tif
 19
Normal text file
                                 length: 415 lines: 24
                                                         Ln:10 Col:1 Sel:0|0
                                                                                         Windows (CR LF) UTF-8
```

-



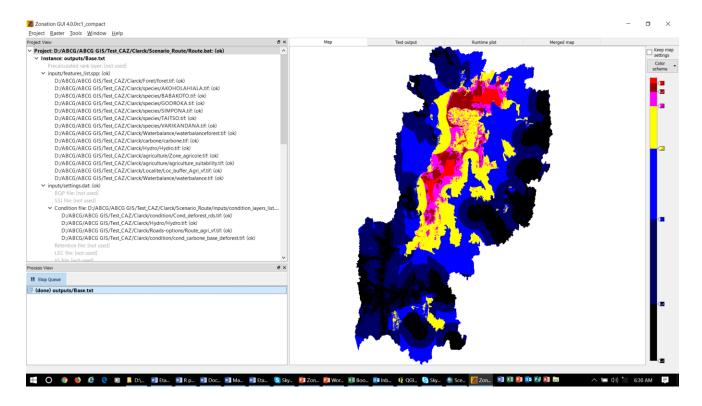


- Dossier *Outputs* créé automatiquement après la fin du dernier processus (Queue (run)). Il contient le résultat de l'analyse sous forme de fichier texte et fichier image géoréférencées. Le fichier image peut être visualisé sur tout logiciel SIG.

6.2.3. SITUATION ACTUELLE ET ROUTE

Si on veut créer un projet similaire et qu'on ne veut pas reprendre toutes les étapes Copier le projet actuel et coller dans un autre répertoire d'abord, puis renommer le projet (répertoire et *nom_projet.dat*) ensuite vider le répertoire *output* destines aux nouveaux résultats Mettre à jour le fichier de configuration : condition_list.txt, settings.dat, ...

Nom	Spécification	Obs
/condition/Cond_deforest_rds.tif	Condition route sur la foret	
/Hydro/Hydro.tif	Plan d'eau	
/Roads-options/Route_agri_vf.tif	Condition route sur l'agriculture	
/Condition_carbon_base_deforest.tif	Condition déforestation sur la route	La déforestation diminue le taux de carbone mais ailleurs taux reste inchangé



6.2.4. SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) ET AUTOROUTE

Les conditions suivantes sont nécessaires pour ce modèle : Condition sur l'agriculture, Condition sur la biodiversité et Condition sur l'hydrographie.

Couches utiles:

Condition bio autoroute.tif

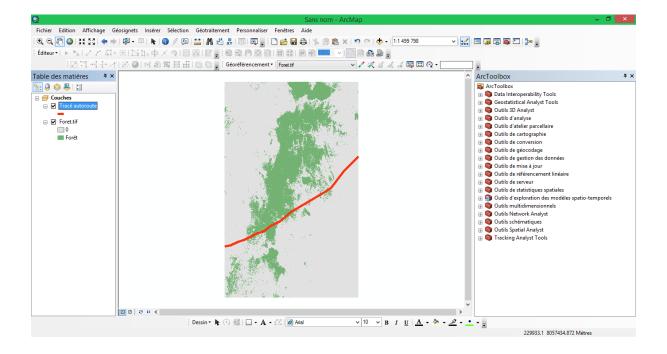
Hydro.tif

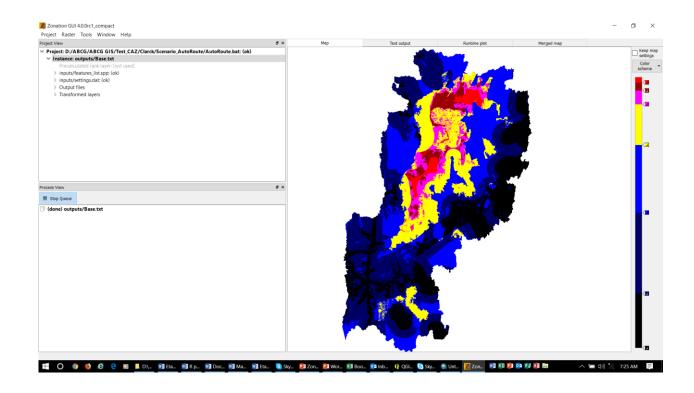
Autoroute agri vf.tif

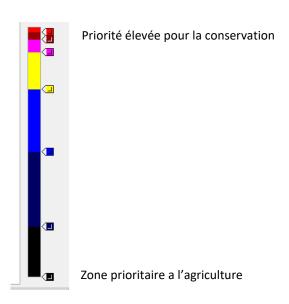
cond_carbone_base_deforest_auto.tif

Le scenario "projet autoroute " représente l'impact de l'autoroute sur la biodiversité et le développement de l'agriculture.

Malgré les démarches entreprises auprès du Ministère auprès de la Présidence chargé des Projets Présidentiels et de l'Aménagement des Territoires (M2PATE) et du Ministère des Travaux Publics (MTP), le tracé du projet d'autoroute n'a pas pu être obtenu. Mais, pour exercice, on a créé une autoroute fictive comme le figure ci-dessous.





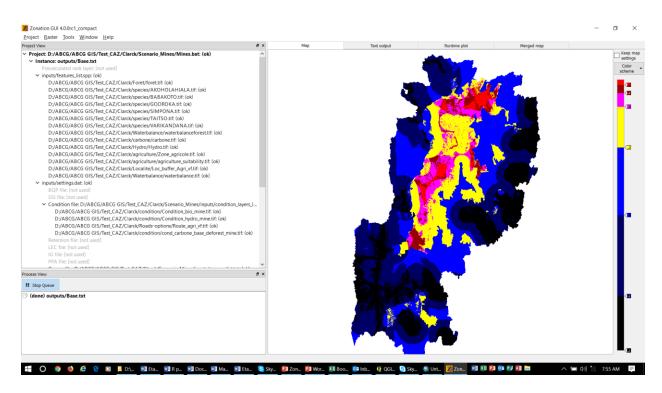


6.2.5. SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) ET MINES

Ce scenario relate l'impact de l'exploitation minière sur la biodiversité et l'agriculture. On a fusionné le couche mine illicite et la couche mine provenant des carreaux miniers (voir la signification de valeur dans le sous-titre « la couche mine »). On considère comme hypothèse que la qualité de la biodiversité (Foret et carbone) et de l'agriculture a été réduite de 50 % par rapport à son état initial.

On a utilisé trois types des conditions : Condition sur l'agriculture, Condition sur la biodiversité et Condition sur l'hydrographie.

(Condition_bio_mine.tif)
(Condition_hydro_mine.tif)
(Route_agri_vf)
(cond_carbone_base_deforest_mine.tif)



6.2.6. SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) AVEC TARISSEMENT (DANS LES COMMUNES)

Les infos sur le tarissement ont été identifiées par Communes

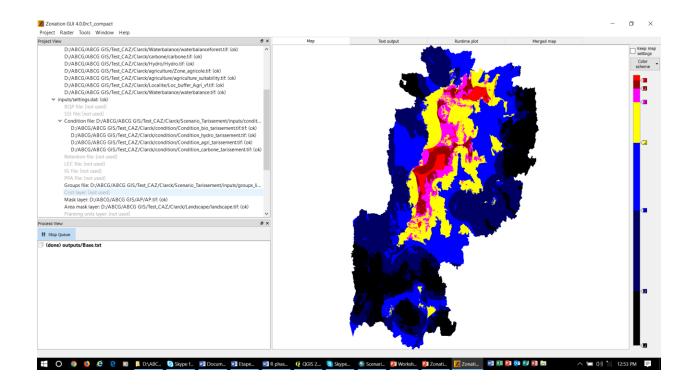
Les couches utiles :

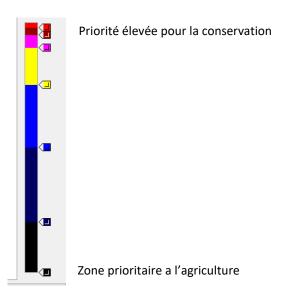
Condition bio tarissement.tif

Condition hydro tarissement.tif

Condition agri tarissement.tif(= Route agri vf*comm tarissement)

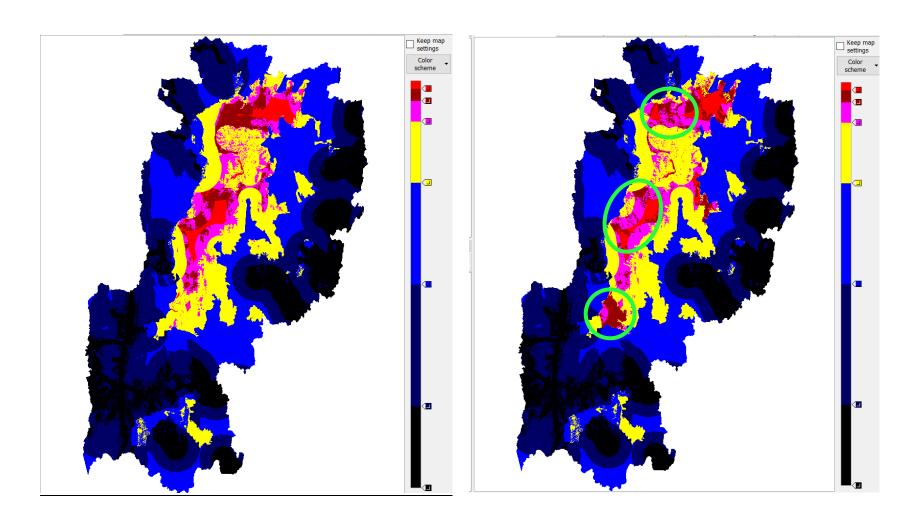
Condition carbone tarissement.tif(=cond carbone base deforest.tif*commune tarissement)



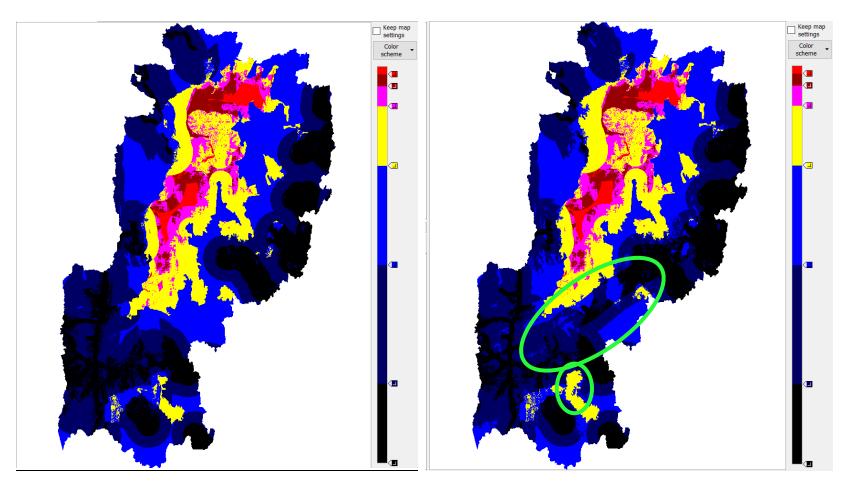


6.3. COMPARAISONS DIVERSES ET INTERPRETATIONS

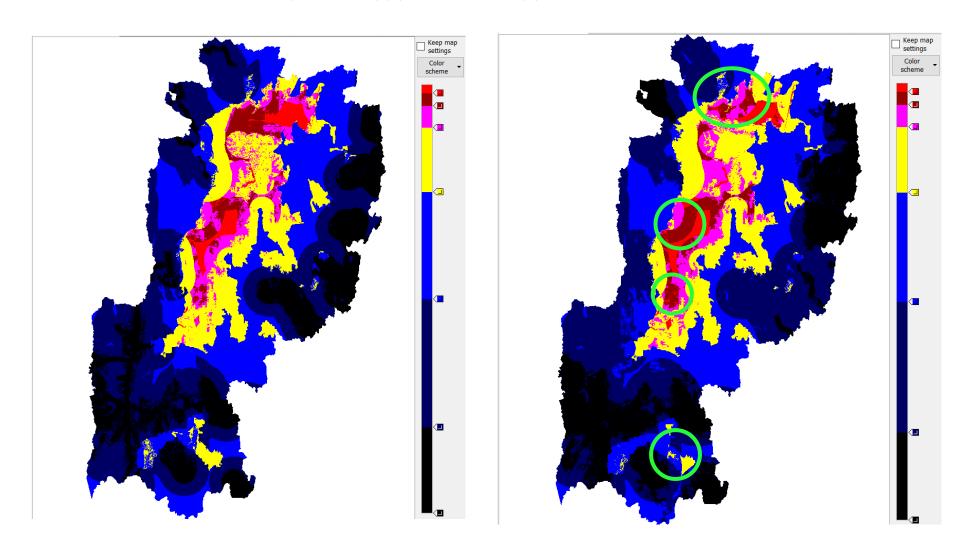
6.3.1. SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) (A G) ET MINES (A D)



6.3.2. SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) (G) ET AUTOROUTE (D)



6.3.3. SITUATION ACTUELLE (AVEC ROUTE) (G) ET TARISSEMENT (D)



• Résultat et interprétation :

L'implantation de l'autoroute aura des impacts sur la biodiversité et l'agriculture. D'une part, l'autoroute a d'impacts négatifs en traversant l'AP CAZ, une grande partie de cette richesse perd sa valeur. D'autre part, l'autoroute est un facteur favorable au développement de l'agriculture, il facilite l'écoulement de produit agricole et aussi sur le transport de matériels agricoles.

La lecture de la légende est la même que celle du scenario « mine », la dégradation de couleur rouge vers le noir foncé signifie que la zone colorée en rouge est à priorité de conservation et cela décline en allant vers le noir foncé. Cependant, l'agriculture est favorable dans la zone où la couleur est sombre et cette faveur se perd en montant vers le rouge.

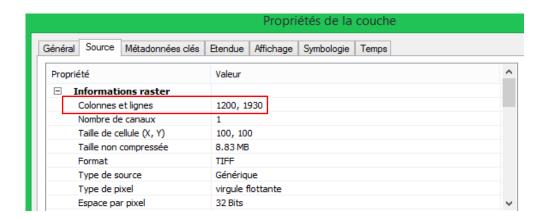
7. REMARQUES ET RECOMMANDATIONS TECHNIQUES

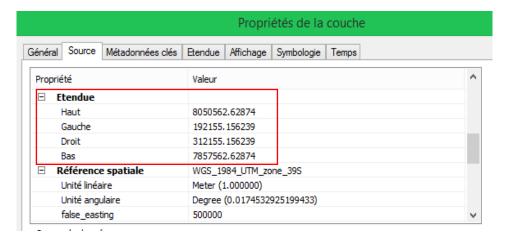
Une des importantes recommandations serait de la bonne préparation des données sous SIG car la plupart des données devraient être préalablement traitées sous ARCGIS ou QGIS.

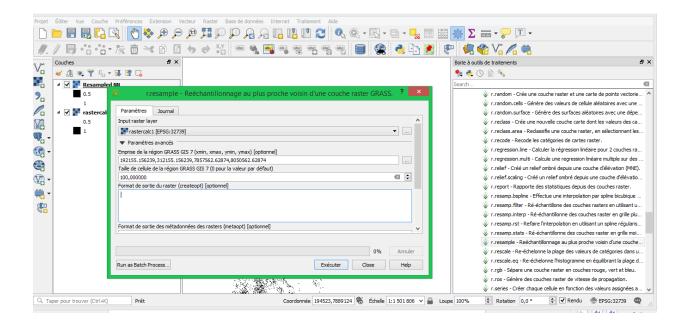
Les trois points qui suivent demandent beaucoup de soin avant et au cours de la modélisation :

 Au cours de la rastérisation des fichiers vecteurs, la couche raster utilisé devrait avoir le même nombre de colonne et ligne pour que le logiciel Zonation puisse traiter.
 Mais si ce n'est pas le cas, un prétraitement sous Q GIS serait nécessaire, selon la procédure qui suit :

Activer la boite à outil de traitement /GRASS/Raster/r.resample – réechantillonnage au plus proche voisin d'une couche raster GRASS (une boite de dialogue s'ouvre) / Paramètre avancés /Emprise de la région GRASS GIS 7 (compléter par l'étendu de raster suivant le modèle proposé) /Taille de pixel de la région GRASS GIS 7 (selon votre choix) /Exécuter / Exporter la couche temporaire.

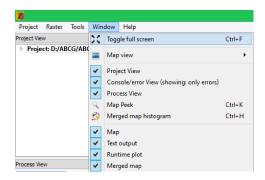






- Le remplissage des fichiers (condition_layers_list, features_list, groups_list et settings)
 dans le dossier "inputs" doit se fait avec beaucoup d'attention, en bien respectant le
 répertoire de chaque fichier, les espaces, les caractères de texte et la structure.
- En cas d'erreur pendant le traitement sur Zonation, il faudra cliquer sur l'onglet « window » et choisi « text output » et après, une nouvelle fenêtre s'ouvrira qui contient les erreurs et les démarches à suivre pour le corriger.

Pour les données de base ou intermédiaires, à utiliser, il est évidement important de mettre à disposition des données fiables, à jour et complètes pour des meilleurs scenarios possibles.



En termes de résultat, afin que les parties prenantes au processus de planification puissent y adhérer pleinement, il est recommandé à ce que les différentes étapes lors de sa mise en œuvre ainsi que les résultats doivent être facilement compréhensibles lors de la présentation/validation des scenarios.

8. CONCLUSION

Après des analyses sur l'AP CAZ avec des données réelles et des hypothèses, on a pu établir quelques scenarios et élaborer ainsi une première version du manuel d'utilisation du logiciel Zonation en matière de conservation.

On a pu aussi mettre en exergue le besoin de mettre à disposition des données à jour et complètes qui conditionnent la fiabilité des scenarios sous Zonation.

Toutefois, on peut dire que l'outil *Zonation* nous permet d'aboutir à son principe général qui est de classer la zone selon leur importance respective pour le maintien de la biodiversité considérée et de créer aussi de scénarios de d'impact. Il ne se limite pas simplement sur le classement de la priorité sur la conservation mais permet d'évoquer aussi les questions sur le rapport cout et conservation. Le modèle de planification souhaité dépend entièrement de la pondération apposée à chaque couche respective.

Après avoir mis les utilisateurs aux notions de base sous Zonation, d'ordre et déjà et selon leur domaine, les utilisateurs trouveront à travers ces exercices ses besoins spécifiques mais le sujet commun à tous serait de la nécessite d'une collaboration entre les parties prenantes pour avoir une vision commune sur la zone.

Des recommandations ont été formulées, entre autres, sur la qualité des résultats qui dépend remarquablement de la qualité de données collectées ainsi que la prise en compte de l'avis, des suggestions et des recommandations des Experts/Spécialistes/Parties prenantes lors de la phase de validation des scenarios.

On rappelle que cet outil ne remplacerait aucunement les approches ou les outils en matière d'aménagement spatial mais à l'issu de cette démarche ainsi que les résultats obtenus, il se veut être un outil fournissant des informations importantes pour de plan ou schéma d'aménagement.

En étant à son premier draft, tout commentaire et suggestion au présent manuel en vue de son amélioration serait vivement souhaité.